

首都圏における BPR 関数の推定*

Estimation of BPR Function in Tokyo Metropolitan Area*

井上紳一**・中村毅一郎***・森田綽之****・松井浩**・森尾淳**

By Shin-ichi INOUE**, Kiichiro NAKAMURA***, Hirohisa MORITA****,

Hiroshi MATSUI**, Jun MORIO**

1. はじめに

利用者均衡配分は、交通量のみならず旅行時間等のサービス水準指標についても同時に総合的に推計できる点が大きな特徴であるが、そのためにはリンクパフォーマンス関数を適切に、かつ合理的に設定することが不可欠である。

我が国においてもリンクパフォーマンス関数の推定に関する既往研究が見られるが、得られたパラメータと道路構造との関係が必ずしも明確でない等、実務への適用にあたって課題を残している。また、そもそも我が国ではこれまで、リンクパフォーマンス関数の推定に用いることを前提とした大規模あるいは統一的な旅行速度データの収集・蓄積が行なわれていないため、関数の推定に適したデータの確保が難しいのが現状である。

本研究では、利用者均衡配分に適用されることの多い BPR 関数について、推定に必要なデータの検討およびパラメータ推定の検討を行なった。また、これに基づいて、首都圏においてデータの収集およびパラメータ推定を行なった。

2. データ収集に関する検討

(1) 既往事例における課題

我が国のこれまでの研究では、道路交通センサスの旅行速度調査データを用いていることが多い。これは、①データ入手の容易さ、②サンプル数が多い、③全国を対象とした分析が可能、といったメリットによるものと考えられる。

しかし、道路交通センサスの旅行速度調査は、リンクパフォーマンス関数の推定に用いることを考慮したものではないため、以下のような問題点がある。

- ①交通量調査日時と旅行速度調査日時が必ずしも整合していない。
- ②旅行速度調査はピーク時のみの実施である。

③同一区間におけるサンプル数が十分でない。

一方、車両感知器を用いれば、多くのサンプルを比較的容易に、しかも交通量と走行速度を同時に収集することが可能であるが、車両感知器から得られるのは限られた地点の瞬間速度である。利用者均衡配分に用いるリンクコストは信号待ち等を含む区間旅行時間に相当すると考えられるため、車両感知器データをリンクパフォーマンス関数の推定に用いることは適切ではない。

(2) データ収集の概要

リンクパフォーマンス関数の推定に適したデータを収集するため、路側における交通量観測と、調査車両による区間旅行時間の測定を行なった。

○調査区間：東京23区、横浜市、川崎市、埼玉県南部の計26区間。

○調査時期：2002年7月および2003年5月

○観測時間：各区間平日一日の調査とした。24時間のデータは必要ないが、自由流から渋滞まで、様々な交通量の下でのデータを得る必要があるため、3～5時、7～9時、14～16時、17～19時、20～22時に計測を行なった。交通量の測定と区間旅行時間の測定は同一日時に行なった。

○交通量測定方法：各区間につき1～2地点、上下方向別に、路側の調査員により15分交通量を観測した。2地点で交通量が大きく異なる場合には、調査区間を分割し、2地点の交通量に大差がない場合には、2地点の平均をとった。

○旅行時間測定方法：調査区間で調査車両（乗用車2台）を往復走行させ、両端および主要交差点通過時刻を記録。また、信号交差点通過に1サイクル以上要したか否かを記録。

また、調査区間の選定にあたっては、以下の点に留意した。

- ①信号交差点を含む数 km にわたった旅行時間を計測し、なおかつ区間内の交通量はほぼ一定である必要がある。
- ②幅員構成が均一で、安定した走行が可能な区間

* キーワーズ：利用者均衡配分，リンクパフォーマンス関数
** 正員，財団法人 計量計画研究所
(東京都新宿区市谷本村町 2-9, Tel. 03-3268-9911)
*** 正員，首都高速道路公団 計画部調査課
**** 正員，日本大学 総合科学研究所

とした。

③道路構造とパラメータの関係の分析が可能となるよう、道路交通センサ調査対象区間の中から、車線数、規制速度、信号交差点密度等にバリエーションを持たせて選定した。

3. パラメータ推定方法

BPR 関数の式を以下に示す。

$$t = t_0 \cdot \left\{ 1 + \alpha \cdot \left(\frac{x}{c} \right)^\beta \right\} \quad (1)$$

ここに、

t : 旅行時間 t_0 : 自由旅行時間
 x : 交通量 c : 交通容量
 α, β : パラメータ

推定対象となるパラメータは、 α 、 β 、 t_0 (単位自由旅行時間) とする。推定は以下の3ステップによって行なった。

ステップ①：臨界点 (交通量と交通容量が一致する点) 付近が観測されている区間のデータを用いて、観測された旅行時間 \hat{t} と式(1)によって算出される旅行時間 t との残差二乗和が最小になるように、 α 、 β 、区間別 t_0 を推定する。

ステップ②： α 、 β を所与として、オフピーク時のデータを用いて、区間別 t_0 を改めて推定する。

ステップ③：区間別 t_0 と区間別道路諸元 (規制速度、車線数、中央分離帯有無、信号交差点密度、沿道状況、道路種別 等) との関係式を推定する。

3ステップに分けたのは、以下の理由による。

まず、前述のように利用者均衡配分に用いるリンクコストは信号待ち等を含む区間旅行時間に相当するため、 t_0 を設計速度や規制速度に基づいて外生的に与えると、 t_0 が実勢と乖離し、他のパラメータ (α 、 β) の推定に歪みをもたらす可能性がある。このため、 t_0 は内生化する必要がある。

また、単位自由旅行時間と道路構造の関係を説明する回帰式と、パラメータ α 、 β とを同時推定する方法をとると、回帰モデルにおける乖離が α 、 β の推定結果にバイアスを生じさせる可能性がある。このため、ステップ①～②とステップ③を分離した。

パラメータ α および β の推定にあたっては、臨界点 (交通量と交通容量が一致する点) 付近のデータが重要となるため、区間別に t と x をプロットしたグラフから判断して、明確に臨界点が観測されていない調査区間については除外して α 、 β の推定 (ステップ①) を行なった。しかし、臨界点が観測されて

いない調査区間であっても、 t_0 の推定には活用可能であることから、ステップ①とステップ②を分離することとし、更にステップ② (自由旅行時間の推定) はオフピーク時の観測データを重視することとした。

4. パラメータ推定結果

推定されたパラメータは以下のとおりである。

$$\alpha = 1.0 \quad (2)$$

$$\beta = 2.0 \quad (3)$$

単位自由旅行時間(min/km)

$$= 0.549 + 0.339 \times 60 / \text{規制速度(km/h)} \quad (4)$$

$$+ 0.132 \times \text{信号交差点密度(km)}$$

規制速度および信号交差点密度以外の道路諸元 (道路種別、車線数区分、中央分離帯の有無、沿道状況 等) については、自由旅行時間の説明変数として有意な結果を得られなかった。その原因としては、調査区間数が十分でないこと、特に二車線道路において安定した測定結果を得られていないこと、等が挙げられる。

なお、推定ステップ①において、 α に比べて β の変化が t の推定残差に与える影響はかなり小さいことから、 β については0.5刻みで探索を行なっている。

5. 今後の課題

本研究では一都三県の26区間で計測したデータを使用した。調査区間数や計測サンプル数が十分ではないこともあって、各パラメータと道路構造との関係が十分に明らかになっていない。また、首都圏以外との地域特性の比較のためには、他地域においても同一条件でのデータ収集を行なう必要がある。今後、プローブカー等の新しい技術を活用しながら、リンクコスト関数の推定に適した旅行速度データの一層の蓄積を図る必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 溝上章志・松井寛・可知隆: 日交通量配分に用いるリンクコスト関数の開発, 土木学会論文集 No. 401/IV-39, pp. 99-107, 1989
- 2) 西谷仁志・朝倉康夫・柏谷増男: 交通量配分に用いる走行時間関数のパラメータ推定と影響分析, 土木計画学研究・講演集 No. 14(1), pp. 315-322, 1991
- 3) 松井寛・山田周治: 道路交通センサデータに基づくBPR関数の設定, 交通工学 Vol. 33, No. 6, pp. 9-16, 1998
- 4) 吉田禎雄・原田昇: 均衡配分用BPR式のパラメータの推計, 土木学会論文集 No. 695/IV-54, pp. 91-102, 2002